

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-260858

(43)Date of publication of application : 13.09.2002

(51)Int. Cl. H05B 33/12  
H05B 33/10  
H05B 33/14  
H05B 33/22

(21)Application number : 2001-053985

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 28.02.2001

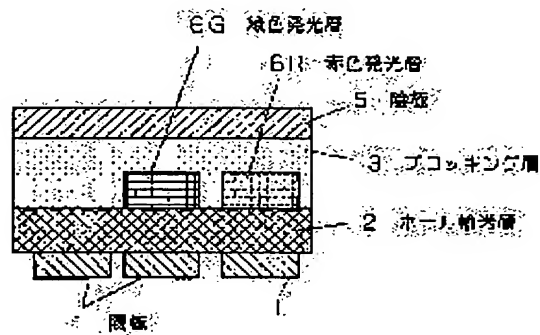
(72)Inventor : MATSUO MIKIKO  
SATO TETSUYA  
SUGIURA HISANORI  
KAMIMURA TSUYOSHI

## (54) LIGHT-EMITTING ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a light-emitting element having a high color purity and high power efficiency by constituting a phosphorescent material of high efficiency and a fluorescent material of high efficiency in one element.

**SOLUTION:** A light-emitting element having a high color purity and high power efficiency is realized by having the red color luminous picture element and the green color luminous picture element contain a phosphorescent material, and making the blue color luminous picture element a laminated structure of a hole transport material and a blocking material having a large band gap. Further, the manufacturing process is simplified by forming the hole transport layer, blocking layer or the electron transport layer on the whole surface, thereby, a display device having good reproducibility, low power consumption and high quality picture can be provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-260858

(P2002-260858A)

(43) 公開日 平成14年9月13日 (2002.9.13)

(51) Int. CL<sup>7</sup>

識別記号

F I

7-71-1 (参考)

H 0 5 B 33/12

H 0 5 B 33/12

B 3 K 0 0 7

33/10

33/10

33/14

33/14

B

33/22

33/22

D

B

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願2001-53985(P2001-53985)

(22) 出願日

平成13年2月28日 (2001.2.28)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 松尾 三紀子

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 佐藤 敬哉

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

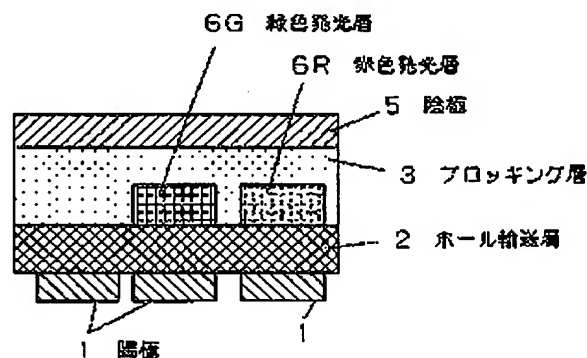
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 三重項励起状態から生じる燐光は、蛍光を発する一重項励起状態よりもエネルギー的に低いため、蛍光材料に比べて発光波長の長波長化が生じる。特に青色材料においては色純度の低下が甚だしく、カラーフィルター等による色度の補正が必須となるため、製造プロセスが増加するだけでなく、素子及び装置として効率の損失が生じるという課題があった。

【解決手段】 赤色発光画素と緑色発光画素に燐光材料を含み、青色発光画素をバンドギャップの大きなホール輸送材料とブロッキング材料の積層構成とすることにより、色純度が高く、電力効率の高い発光素子を実現できる。さらに、ホール輸送層、ブロッキング層、あるいは電子輸送層を全面に形成することにより、製造プロセスを簡略化でき、その結果、再現性よく低消費電力かつ高画質の表示装置を提供できるに至った。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】陽極と陰極間に、ホール輸送層と、RGBの色毎に分離された発光画素を有する発光素子において、蛍光材料を含む発光層を有する少なくとも一つの発光画素と、燐光材料を含む発光層を有する発光画素とを有することを特徴とする発光素子。

【請求項2】陽極と陰極間に、ホール輸送層と、RGBの色毎に分離された発光画素を有する発光素子において、緑色発光画素と赤色発光画素が順次陽極、ホール輸送層、燐光材料を含む発光層、ブロッキング層、陰極からなる発光素子であって、青色発光画素が順次陽極、ホール輸送層、ブロッキング層、陰極からなることを特徴とする発光素子。

【請求項3】前記ブロッキング層またはホール輸送層のバンドギャップが3 eV以上である請求項2に記載の発光素子。

【請求項4】前記ブロッキング層がフェナントロリン誘導体である請求項2または3に記載の発光素子。

【請求項5】前記ホール輸送層がトリフェニルアミン誘導体である請求項2または請求項3に記載の発光素子。

【請求項6】陰極とブロッキング層の間に電子輸送層を有する請求項2から5のいずれか1項に記載の発光素子。

【請求項7】陽極と陰極間に、ホール輸送層と、青・緑・赤の色毎に分離された発光画素を有する発光素子において、青色発光画素が蛍光材料を含みかつ緑色発光画素と赤色発光画素が燐光材料を含む発光層であって、前記緑色発光画素と、前記赤色発光画素の両画素上にブロッキング層を有することを特徴とする発光素子。

【請求項8】ブロッキング層がフェナントロリン誘導体である請求項7に記載の発光素子。

【請求項9】陰極に接して電子輸送層を有する請求項7または8に記載の発光素子。

【請求項10】全面にホール輸送層を形成する工程と、緑色発光画素と赤色発光画素が燐光材料を含む発光層を形成する工程と、全面にブロッキング層を形成する工程を有することを特徴とする発光素子の製造方法。

【請求項11】全面にホール輸送層を形成する工程と、青色発光画素が蛍光材料を含みかつ緑色発光画素と赤色発光画素が燐光材料を含む発光層を形成する工程と、前記緑色発光画素と、前記赤色発光画素の両画素上にブロッキング層を形成する工程を有することを特徴とする発光素子の製造方法。

【請求項12】ブロッキング層を、前記緑色発光画素と、前記赤色発光画素の画素間にも同時に形成する請求項11に記載の発光素子の製造方法。

【請求項13】ブロッキング層を、青色発光画素の画素上を除く全面に形成する請求項11または請求項12に記載の発光素子の製造方法。

【請求項14】ブロッキング層形成の後、全面に電子輸

送層を形成する工程を有する請求項10から13のいずれか1項に記載の発光素子の製造方法。

【請求項15】請求項1、2又は7のいずれか1項に記載の発光素子に加えて、さらに電源供給部を具備した表示素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ディスプレイや液晶ディスプレイ用バックライト等として用いられる表示素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】エレクトロルミネッセンス(EL)パネルは視認性が高く、表示能力に優れ、高速応答も可能という特徴を持っている。近年、有機化合物を構成材料とする有機発光素子について報告がなされた(例えば、関連論文 アブライド・フィジックス・レターズ、第51巻913頁1987年(Applied Physics Letters, 51, 1987, P.913.))。発光材料としてはトリス(8-キノリノール)アルミニウム錯体(以下A1q)を用いており、高い発光効率と電子輸送を合わせ持つ、優れた蛍光物質である。

【0003】また、励起子形成において、三重項励起状態は統計理論的に生成確率が高いことから、燐光材料への取り組みも行われている(例えばUSP6,097,147)。燐光は禁制遷移のため本来は遷移確率が低いが、内部重原子効果を利用してI<sub>r</sub>やP<sub>1</sub>を中心金属に持つ重金属錯体を用いることにより、遷移確率を向上することができた。さらに、デバイスとして燐光を用いた場合、輻射時間が長いため励起子拡散が生じて効率低下の要因となるが、発光層の陰極側にブロッキング層を積層することにより励起子拡散を抑制し、高効率化を実現している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、三重項励起状態から生じる燐光は、蛍光を発する一重項励起状態よりもエネルギー的に低いため、蛍光材料に比べて発光波長の長波長化が生じる。特に青色材料においては色純度の低下が甚だしく、カラーフィルター等による色度の補正が必須となるため、製造プロセスが増加するだけでなく、素子及び装置として効率の損失が生じるという課題があった。

【0005】

【課題を解決するための手段】そこで我々は、赤色発光画素と緑色発光画素に燐光材料を含み、青色発光画素をバンドギャップの大きなホール輸送材料とブロッキング材料の積層構成とすることにより、色純度が高く、動作電圧の低い発光素子を実現するに至った。さらに、ブロッキング層を全面に形成してホール輸送材料あるいはブロッキング材料により青色発光を実現することにより、製造プロセスを簡略化でき、その結果、再現性よく、高

効率発光の表示装置を提供できるに至った。

【0006】具体的には、本願の請求項1の発明によれば、陽極と陰極間に、ホール輸送層と、3原色の色毎に分離された発光画素を有する発光素子において、蛍光材料を含む発光層を有する少なくとも一つの発光画素と、燐光材料を含む発光層を有する発光画素を有することを特徴とする発光素子が提供される。

【0007】本願の請求項2の発明によれば、陽極と陰極間に、ホール輸送層と、3原色の色毎に分離された発光画素を有する発光素子において、緑色発光画素と赤色発光画素が順次陽極、ホール輸送層、燐光材料を含む発光層、ブロッキング層、陰極からなる発光素子であって、青色発光画素が順次陽極、ホール輸送層、ブロッキング層、陰極からなることを特徴とする発光素子が提供される。

【0008】本願の請求項3は、請求項2記載のブロッキング層またはホール輸送層のバンドギャップが3 eV以上であるとしたものである。

【0009】本願の請求項4は、請求項2または3に記載のブロッキング層がフェナントロリン誘導体であるとしたものである。

【0010】本願の請求項5は、請求項2または3に記載のホール輸送層がトリフェニルアミン誘導体であるとしたものである。

【0011】本願の請求項6は、請求項2～5いずれかに記載の陰極とブロッキング層の間に電子輸送層を有するとしたものである。

【0012】本願の請求項7の発明によれば、陽極と陰極間に、ホール輸送層と、青・緑・赤の色毎に分離された発光画素を有する発光素子において、青色発光画素が蛍光材料を含みかつ緑色発光画素と赤色発光画素が燐光材料を含む発光層であって、前記緑色発光画素と、前記赤色発光画素の両画素上にブロッキング層を有することを特徴とする発光素子が提供される。

【0013】本願の請求項8は、請求項7に記載のブロッキング層がフェナントロリン誘導体であるとしたものである。

【0014】本願の請求項9は、請求項7または8に記載の陰極に接して電子輸送層を有するとしたものである。

【0015】本願の請求項10の発明によれば、陽極と陰極間に、ホール輸送層を形成する工程と、各色毎に分離された発光画素を形成する工程を有する発光素子の製造方法において、全面にホール輸送層を形成する工程と、緑色発光画素と赤色発光画素が燐光材料を含む発光層を形成する工程と、全面にブロッキング層を形成する工程を有することを特徴とする発光素子の製造方法が提供される。

【0016】本願の請求項11の発明によれば、陽極と陰極間に、ホール輸送層を形成する工程と、青・緑・赤

の色毎に分離された発光画素を形成する工程を有する発光素子の製造方法において、全面にホール輸送層を形成する工程と、青色発光画素が蛍光材料を含みかつ緑色発光画素と赤色発光画素が燐光材料を含む発光層を形成する工程と、前記緑色発光画素と、前記赤色発光画素の両画素上にブロッキング層を形成する工程を有することを特徴とする発光素子の製造方法が提供される。

【0017】本願の請求項12は、請求項11記載のブロッキング層を、前記緑色発光画素と、前記赤色発光画素の画素間にも同時に形成するとしたものである。

【0018】本願の請求項13は請求項11または12記載のブロッキング層を、青色発光画素の画素上を除く全面に形成するとしたものである。

【0019】本願の請求項14は、請求項10～13いずれかに記載のブロッキング層形成の後、全面に電子輸送層を形成するとしたものである。

【0020】本願の請求項15の発明によれば、画像信号を発生する手段と、前記画像信号に応じた電流を発生する駆動手段と、前記電流に応じて発光する表示手段とを具備する表示装置において、前記表示手段が3原色の色毎に分離された発光画素を有する発光素子であって、蛍光材料を含む発光層を有する少なくとも一つの発光画素と、燐光材料を含む発光層を有する発光画素を有することを特徴とする表示装置が提供される。

【0021】本願の請求項16の発明によれば、画像信号を発生する手段と、前記画像信号に応じた電流を発生する駆動手段と、前記電流に応じて発光する表示手段とを具備する表示装置において、前記表示手段の緑色発光画素と赤色発光画素が順次陽極、ホール輸送層、燐光材料を含む発光層、ブロッキング層、陰極からなる発光素子であって、青色発光画素が順次陽極、ホール輸送層、ブロッキング層、陰極からなる発光素子を有することを特徴とする表示装置が提供される。

【0022】本願の請求項17の発明によれば、画像信号を発生する手段と、前記画像信号に応じた電流を発生する駆動手段と、前記電流に応じて青・緑・赤の色毎に分離された発光画素が発光する表示手段とを具備する表示装置において、前記表示手段の青色発光画素が蛍光材料を含みかつ緑色発光画素と赤色発光画素が燐光材料を含む発光層であって、前記緑色発光画素と、前記赤色発光画素の両画素上にブロッキング層を有することを特徴とする表示装置が提供される。

【0023】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態について説明する。

【0024】発光材料のバンドギャップが3 eV以上であれば、発光波長は370 nmよりも短くなると推察され、発光色は青色の領域となる。本実施の形態の発光素子は、青色発光画素のホール輸送層あるいはブロッキング層のバンドギャップを3 eV以上とすることにより、

ホール輸送層とブロッキング層の積層構成により青色発光を実現している。ここで述べるブロッキング層とは、ホールをブロックする効果を有するものであり、各色発光材料のイオン化ポテンシャルよりも大きな値を有するものである。このときの青色発光は、ホール輸送材料が発光してもよく、ブロッキング材料が発光してもよく、ホール輸送材料とブロッキング材料の両方が発光してもよい。青色発光画素部分の好ましい構成としては、陽極／ホール輸送層／ブロッキング層／電子輸送層／陰極であり、ブロッキング層が電子輸送層の機能を果たす場合には、陽極／ホール輸送層／ブロッキング層／陰極とすることができる。緑色発光画素及び赤色発光画素部分は燐光材料を発光層に含むことにより、発光層の陰極側にブロッキング層を積層する必要がある。従って、構成としては陽極／ホール輸送層／発光層／ブロッキング層／電子輸送層／陰極、陽極／発光層／ブロッキング層／電子輸送層／陰極の他、ブロッキング層が電子輸送層の機能を果たす場合には、陽極／ホール輸送層／発光層／ブロッキング層／陰極、陽極／発光層／ブロッキング層／陰極とすることができる。

【0025】本実施の形態の一例として、図1に示すものが挙げられる。

【0026】青、緑、赤の各画素に使用されるホール輸送層2、ブロッキング層は共通の材料構成とすることにより、全面に形成できることから、プロセスを簡略化することができる。再現性よく安定した性能の発光素子を作製することができる。

【0027】本発明における他の実施の形態として、青色発光画素に青色発光材料を用いる方法がある。このときの青色発光画素部分の好ましい構成としては、陽極／ホール輸送層／発光層／電子輸送層／陰極であり、ブロッキング層が電子輸送層の機能を果たす場合には、緑及び赤色の発光画素に用いられるブロッキング層を積層して、陽極／ホール輸送層／発光層／ブロッキング層／陰極とすることができる。

【0028】本実施の形態の一例として、図2に示すものが挙げられる。

【0029】青、緑、赤の各画素に使用されるホール輸送層2、電子輸送層4は共通の材料構成とすることにより、全面に形成できることから、上述の場合と同様にプロセスを簡略化することができる。再現性よく安定した性能の発光素子を作製することができる。

【0030】本実施の形態の発光素子は基本構成として、基板の上に陽極と陰極と上記各層等と積層構成を用いることができる。

【0031】基板は、上述した薄膜を積層した発光素子を担持できるものであれば良い。上記各層内で生じた光を基板側から取り出す場合には、透明ないし半透明の材料であれば良く、コーニング1737等のガラス、あるいはポリエステルその他の樹脂フィルム等を用いる。ま

た、基板と反対側から取り出す場合には特に材質・種類は問わない。

【0032】本実施の形態の発光素子の正孔注入電極としての陽極には、ITO（インジウム錫酸化物）膜を用いることが好ましい。他に、酸化錫、Ni、Au、Pt、Pd等が挙げられる。ITO膜はその透明性を向上させ、あるいは抵抗率を低下させる目的で、スパッタ、エレクトロンビーム蒸着、イオンプレーティング等の成膜方法が採用されている。また、膜厚は必要とされるシート抵抗値と可視光透過率から決定されるが、発光素子では比較的駆動電流密度が高いため、シート抵抗値を小さくするため100nm以上の厚さで用いられることが多い。電子注入電極としての陰極には、Tangらの提案したMgAg合金あるいはAlLi合金など、仕事関数が低く電子注入障壁の低い金属と、比較的工作関数が大きく安定な金属との合金が用いられることが多い。また、仕事関数の低い金属を有機層側に成膜し、この低仕事関数金属を保護する目的で、仕事関数の大きな金属を厚く積層してもよく、Li/Al、LiF/Alのような積層電極を用いることができる。これら陰極の形成には蒸着法やスパッタ法が好ましい。基板と反対側から光を取り出すには、陰極側を透明または半透明にする必要がある。

【0033】従って、上記ITO膜や酸化錫、Ni、Au、Pt、Pd膜の薄膜の他、Tangらの提案したMgAg合金の薄膜、AgPdCu合金等の薄膜を用いることができる。発光素子が有機材料で構成される場合には、有機層が損傷を受ける恐れがあることから、ジリチウムフタロシアニン等のフタロシアニン誘導体や、ピラザボール誘導体等のバッファ層を設けることが好ましく、バッファ層中に仕事関数が低く電子注入障壁の低い金属、例えばLi、Na、K、Mg、Ca等を含有させるとさらによい。また、陰極を透明または半透明にした場合、発光素子の陽極に反射層を有してもよい。反射層を形成する材料としては金属が好ましく、特にAl、Ag、Ni、Cu、Bi等の比較的工作関数が大きく安定な金属が好ましい。

【0034】ホール輸送層を構成する材料としては、ホール輸送能に優れ、かつ3eV以上の広いバンドギャップを有するトリフェニルアミンを基本骨格として持つ誘導体が好ましい。例えば、テトラフェニルベンジジン化合物、トリフェニルアミン3量体、ベンジジン2量体が挙げられる。また、トリフェニルジアミン誘導体、あるいはMTPD（N、N'-ジフェニル-N、N'-ビス（3-メチルフェニル）-1，1'-ビフェニル-4，4'-ジアミン、通称TPD）でもよい。特に、トリフェニルアミン4量体が好ましい。

【0035】電子輸送層を構成する材料としては、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（以下Alq）が好ましい。他の例としてトリス（4-メチル-8-キノ

リノラト)アルミニウム等の金属錯体、3-(2'-ベンゾチアゾリル)-7-ジエチルアミノクマリン等が挙げられる。電子輸送層の膜厚は、10~1000nmとすることが好ましい。

【0036】本実施の形態の発光層を構成する材料としては、緑色燐光材料としてはトリス(2-フェニルピリジン)イリジウム、赤色燐光材料としては2,3,7,8,12,13,17,18-オクタエチル-21H23H-ポルフィン プラチナ(II)のように、燐光発光性の重金属錯体を用いるのが好ましい。高効率化には生成確率の高い三重項励起子からの発光の利用が効果的であり、重金属を中心金属として有する錯体を発光材料として用いることにより、禁制度を緩和して、遷移確率を向上させることができる。青色発光発光材料としては、4,4'-ビス(2,2-ジフェニルビニル)ピフェニル、4,4,8,8-テトラキス(ピラザボール-1-イル)ピラザボールとフェニルスチリルピレンとの混合材料等が好ましい。青色発光画素への発光材料の適用は、燐光の三重項利用による発光波長の長波長化を防止し、色純度を向上させることができる。さらに、ホール輸送層とブロッキング層との積層、あるいはホール輸送層と発光層の積層とすることにより、青色発光画素の全膜厚を低減できることから、動作電圧を低下することができ、これによって消費電力を低減できるだけでなく、素子への負荷を低減し、長寿命化を実現することができる。

【0037】本実施の形態のブロッキング層を構成する材料としては、2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン、4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン等のフェナントロリン誘導体が好ましい。これらの材料は電子輸送能に優れていることから、電子輸送層としての機能も併せ持つことができる。さらに、3eV以上の広いバンドギャップを有することから、本材料自身も青色発光が可能である。

【0038】上述のホール輸送層、電子輸送層、発光層、ブロッキング層の各層については、アモルファス状態の均質な膜を形成することが望ましく、真空蒸着法による成膜が好ましい。さらに、真空中で連続して各層を形成することにより、各層間の界面に不純物が付着するのを防ぐことによって、動作電圧の低下、高効率化、長寿命化といった特性の改善を図ることができる。また、これら各層を真空蒸着法により形成するにあたり、一層に複数の化合物を含有させる場合、化合物を入れた各ボートを個別に温度制御して共蒸着することが好ましいが、あらかじめ混合したものを蒸着しても良い。さらにこの他の成膜方法として、溶液塗布法、ラングミュア・

プロジェクト(LB)法などを用いることもできる。溶液塗布法ではポリマー等のマトリクス物質中に各化合物を分散させる構成としても良い。

【0039】本実施の形態の表示装置は本発明の発光素子をマトリクス上に並べてもよく、TFTを搭載した基板上に積層するなどして用いることができ、上記発光素子を用いることにより、各色の発光効率が高く、高色純度の発光が得られることから、高画質な表示装置を提供することができる。

【0040】本実施例において、青色発光画素が蛍光材料である場合について記したが、上記実施の形態に限定されず、色純度向上あるいは動作電圧低減のため、本発明の技術的思想に基づいて、緑色発光画素あるいは赤色発光画素が蛍光材料を含むような他の実施形態に適用することができる。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の発光素子によれば、高効率の燐光材料と高効率の蛍光材料とを同一素子内に構成することにより、高色純度で電力効率の高い発光素子を実現できる。特に、青色発光画素をホール輸送層とブロッキング層との積層、あるいはホール輸送層と発光層の積層とすることにより、青色発光画素の全膜厚を低減できることから、動作電圧を低下することができ、これによって消費電力を低減できるだけでなく、素子への負荷を低減し、長寿命化を実現することができる。本発明の発光素子の製造方法によれば、青、緑、赤の各画素に使用されるホール輸送層、ブロッキング層、電子輸送層は共通の材料構成とすることにより、全面に形成できることから、プロセスを簡略化することができ、再現性よく安定した性能の発光素子を作製することができる。本発明の表示装置によれば、本発明の発光素子を有することにより、高品位な画像が安定して得られると共に、低消費電力で、長期にわたる高信頼性が確保されるものである。

【図面の簡単な説明】

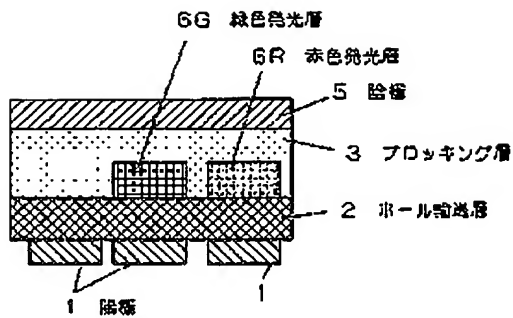
【図1】本発明発光素子の一断面図

【図2】本発明発光素子の他の一断面図

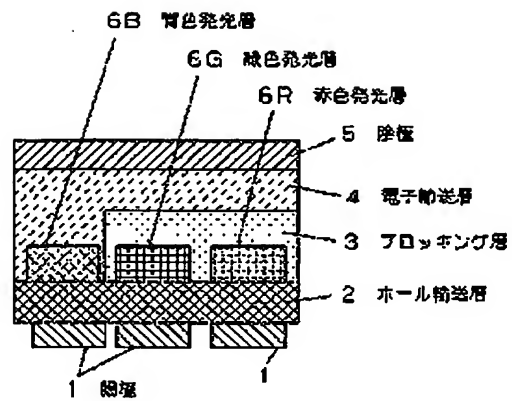
【符号の説明】

- 1 陽極
- 2 ホール輸送層
- 3 ブロッキング層
- 4 電子輸送層
- 5 陰極
- 6B 青色発光層
- 6R 赤色発光層
- 6G 緑色発光層

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 杉浦 久則  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 上村 強  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB03 AB04 AB11 AB18 CB01  
CB03 DA01 DB03 EB00 FA01